**Черніков Олександр Вікторович. Геометричне та комп'ютерне моделювання динаміки процесів зміни об'єктів під впливом заданих чинників (на прикладі фільтрування) : Дис... д-ра наук: 05.01.01 – 2008**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | **Черніков О.В. Геометричне та комп'ютерне моделювання динаміки процесів зміни об'єктів під впливом заданих чинників (на прикладі фільтрування).** – Рукопис.  Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.01.01 – „Прикладна геометрія, інженерна графіка”. – Київський національний університет будівництва та архітектури. – Київ, 2008.  Дисертація присвячена створенню методології геометричного моделювання перебігу фізичних процесів та розв’язанню на визначених засадах завдань прогнозування та управління цими процесами. Як практична реалізація проведених досліджень, запропонована оптимізація технологічного процесу фільтрування суспензій на камерних фільтр-пресах (ФП) з вертикальним розташуванням фільтрувальних плит та впровадження розроблених методик в процес проектування та експлуатації фільтрувального обладнання в промисловості, комунальному господарстві та ін.  На основі запропонованих та здійснених експериментів по фільтруванню суспензій, аналізу їх результатів виявлено, що саме геометричні характеристики шару утворюваного осадку та зміна форми і площі поверхні фільтрування (її зменшення) є причиною розбіжностей в теорії та практиці розрахунку ФП. В результаті детального аналізу проведених експериментів з фільтрування та утворення шару осадку запропоновано поняття про сім’ї квазі-еквідистантних нормально-зсунутих кривих та поверхонь першого та другого виду. Їх застосування дозволило окремо враховувати вплив різних чинників, під дією яких відбувається досліджуваний процес.  Розглянуто конформні перетворення, що дозволяють будувати відображення картин фізичних полів між заданими областями. Застосування цього апарату дозволило привести у відповідність час утворення шару осадку заданої товщини у замкненій камері вертикальних фільтрувальних плит з класичною теорією утворення осадку на горизонтальній площині, та дало змогу виконувати розрахунки продуктивності й пропонувати оптимальні режими роботи камерних ФП з вертикальним розташуванням фільтрувальних плит.  На базі одержаних в результаті експериментального фільтрування параметрів запропонована САПР для розробки тривимірної моделі та габаритного креслення ФП. Результати впроваджені в розробці проектної документації та виготовленні ФП для різних галузей промисловості. Результати роботи також впроваджені в навчальний процес при викладанні курсу комп’ютерної графіки та основ геометричного моделювання. | |
| |  | | --- | | В дисертаційній роботі розроблена методологія застосування геометричного моделювання при дослідженні фізичних та технологічних процесів, в яких суттєвим компонентом є зміна форми об’єктів протягом часу (зокрема, форми шару осадку при фільтруванні багатодисперсних суспензій в металургійній, хімічній, харчовій промисловості, енергетиці, а також при очищенні стічних вод в комунальному господарстві). Запропонована САПР розрахунку фільтр-пресів для впровадження цієї методології на підприємствах.  В дисертації отримано наступні основні результати, що мають науково-практичну цінність:   1. На основі детального аналізу існуючих підходів до геометричного моделювання різноманітних природничих та технологічних процесів обґрунтовано актуальність дослідження та системного розгляду таких з них, в яких геометрія об’єкту (його границі) змінюється протягом часу під дією заданих чинників. Виявлено основні проблеми моделювання та оптимізації технологічних процесів, які пов'язані з їх складністю та необхідністю врахування та параметризації умов та режимів плину процесів. 2. Огляд конструкцій найбільш поширених фільтр-пресів в різних галузях промисловості дозволив визначити недоліки класичної теорії розрахунку цього обладнання, яка була розроблена для апаратів з горизонтальним розташуванням фільтрувальних плит, при розрахунках та проектуванні камерних фільтр-пресів з вертикальним розташуванням фільтрувальних плит – найбільш оптимальних сучасних апаратів для розподілу суспензій. 3. Вперше запропоновано експериментальну установку та проведено низку експериментів, які дозволили визначити характер та геометричні параметри зменшення ефективної площі поверхні фільтрування для певного класу суспензій. На основі запропонованих і здійснених експериментів та аналізу їх результатів вперше виявлено, що саме геометричні характеристики шару утворюваного осадку та зміна форми і площі поверхні фільтрування (її зменшення) є причиною розбіжностей в теорії та практиці розрахунку фільтр-пресів. 4. Виконано системний аналіз основних особливостей утворення осадку, виділено два основних чинники процесу: рух рідини та зважених в ній частинок твердої фази у напрямі, перпендикулярному поточній (миттєвий) поверхні фільтрування та осадження частинок під дією сили тяжіння. Визначено, що основною задачею геометричного моделювання процесу утворення шару осадку є моделювання кривих та поверхонь, що обмежують поточну границю розподілу фаз. Від раціонального вибору максимально припустимої товщини шару осадку залежить ефективність роботи фільтрувального обладнання (в тому числі – запобігання аварійним становищам та економія енергоресурсів). 5. Модель утворення шару осадку розглянуто на базі застосування апарату аналітичної та конструктивної геометрії. Досліджені дискретний та неперервний спосіб моделювання таких кривих та поверхонь. У зв’язку зі складністю аналітичних виразів для комп’ютерної реалізації рекомендовано дискретний підхід. Також зроблено висновок про необхідність удосконалення аналітичних методів для використання комп'ютерних технологій та проведення віртуального (комп’ютерного) моделювання. 6. Вперше запропоновано поняття про сім’ї квазі-еквідистантних нормально зсунутих кривих та поверхонь першого та другого виду. Їх застосування дозволяє окремо враховувати вплив різних чинників, під дією яких протікає досліджуваний процес. Вперше запропоновано використовувати апарат квазі-еквідистантних кривих для побудови кривих в перерізах поточної поверхні фільтрування. 7. Запропонована методика, реалізовано алгоритм та комп’ютерну програму, що дозволяє оцінювати зміну форми поверхні та її площі (вигляду кривої та її довжини в поперечних перерізах поверхні), що розподіляє фази певної гетерогенної системи, протягом часу під дією заданих чинників, та вплив цієї зміни на продуктивність фільтр-пресу. 8. Розвинуто методи побудови картин фізичних полів для моделювання кількох джерел та стоків із застосуванням функцій комплексної змінної. Реалізовано комп’ютерний алгоритм побудови картини поля, коли джерело та/або стік задані кривою лінією. Як важливе застосування комплекснозначних функцій, розглянуто конформні перетворення, які дозволяють будувати відображення картин фізичних полів між заданими областями. 9. Відзначено, що в літературі з конформних перетворень розглядаються образи або ортогональної, або полярної сітки. Для комп’ютерного дослідження інших сімей кривих була розроблена програма, в якій для підвищення швидкодії відокремлені дійсна та уявна частини. Це дозволило вперше отримати нові сім’ї кривих за допомогою як математичного процесору Maple, так і за допомогою мови програмування AutoLISP в середовищі графічного пакету AutoCAD. 10. Виконано розрахунки продуктивності та запропоновані оптимальні режими роботи камерних фільтр-пресів з вертикальним розташуванням фільтрувальних плит. На основі застосування апарату конформних перетворень приведено у відповідність методику розрахунків часу утворення шару осадку заданої товщини у замкненій камері вертикальних фільтрувальних плит з класичною теорією. 11. Вперше запропоновано метод дослідження сімей кривих на основі сканування поперечних перерізів утвореного осадку з добавкою суспензії-барвника та подальшої комп’ютерної обробки цієї інформації, який дозволяє отримувати дані про характер утворення граничних кривих плоских областей та відновлювати поточну поверхню фільтрування. Використання цього методу дає змогу отримувати картину утворення шару осадку в камерах реальних фільтрувальних апаратів. 12. Ключовим питанням при проектуванні фільтрувального обладнання даного класу є визначення геометричних параметрів: максимальної товщини шару осадку, при якій фільтрування ще відбувається з достатньою ефективністю та ефективної площі поверхні фільтрування для забезпечення заданої продуктивності ділянки фільтрування. За цими параметрами визначається оптимальний типорозмір фільтрувальних плит. 13. На базі одержаних в результаті експериментального фільтрування параметрів вперше запропонована САПР для розробки габаритного креслення фільтр-преса. Зазначено, що розрахунок продуктивності та вибір основних геометричних параметрів фільтрувального апарату мають бути пов'язаними з аналізом масоперенесення у фільтрувальних плитах, з урахуванням граничних умов щодо тиску, температури суспензії, гранулометричного складу. 14. На підставі проведених досліджень розроблено й затверджено проектну документацію на фільтр-преси, виготовлено низку апаратів для цукрових заводів, ТЕЦ та ін., що підтверджено відповідними актами впровадження. Результати роботи також впроваджені в навчальний процес кафедри інженерної та комп’ютерної графіки ХНАДУ при викладанні курсу комп’ютерної графіки та основ геометричного моделювання.   Подальшими напрямками досліджень є удосконалення геометричної моделі процесів утворення / зміни границь об’єктів в різноманітних природничих та технологічних процесах, розвиток методів комп’ютерного моделювання цих процесів та більш широке розповсюдження запропонованих підходів для моделювання просторових систем, системне дослідження та прогнозування розвитку складних природничих процесів. | |